

炭素繊維強化樹脂板により補強された既設鋼製橋脚の繰返し載荷試験

明星大学大学院 学生員 ○永崎央輔

明星大学 正員 鈴木博之

大阪大学 フェロー 西村宣男

阪神高速道路公団 正員 袴田文雄

1. はじめに 本研究は、平成 11 年度に行なわれた『既設鋼製橋脚の炭素繊維強化樹脂板による耐震補強』に引続いて行ったものであり、カーボン板を橋脚軸直角方向と橋脚軸方向に 2 層に接着した供試体の正負交番繰返し載荷実験を行い、既設鋼製橋脚のカーボン板による耐震補強について検討する。

2. 実験方法 試験片形状を図 - 1 に、各実験供試体の主要諸元を表 - 1 に示す。

いずれの実験供試体も、鋼種は SS400 であり、幅厚比パラメータ R_R により、フランジに補強が必要と考えられる 2 種類を製作した。BR7、CR7 および DR7 は、 $R_R=0.7$ を目安に設計した供試体、BR5、CR5 および DR5 は、 $R_R=0.5$ を目安とした供試体である。また、BR7、CR7 および DR7 と、BR5、CR5 および DR5 は、使用鋼材が異なるため、鋼材の降伏応力および座屈に関する構造パラメータが多少異なる値となった。CR7 および CR5 は、基部から 2 段目までのパネルの内側にカーボン板を橋脚軸方向に 1 層接着した試験体である。一方、DR7 および DR5 は、基部から 2 段目までのパネルの内側にカーボン板を、初層は橋脚軸直角方向、2 層目は橋脚軸方向に接着した試験体である。カーボン板の接着には、パテ状エポキシ樹脂接着剤を使用した。カーボン板の厚さは、1.2mm/枚である。

実験は、供試体に上部工の死荷重に相

当する軸方向圧縮力 $N(=公称応力 \times 0.15)$ を PC 鋼棒により導入した後、変位制御による水平繰返し漸増正負交番載荷により行なった。水平変位については、DR7 は BR7 および CR7 と、DR5 は BR5 および CR5 と同一となるように載荷した。

3. 実験結果および考察 実験によって得られたヒステリシスループを図 - 2、3 に示す。図 - 2 より、CR7 の最大荷重は BR7 と比べて約 30kN、DR7 では約 50kN 増加しており、カーボン板補強の効果がうかがえる。DR7 については、水平荷重 399kN、水平変位 22.6mm のときにカーボン板が剥離するのを供試体内部に設置したファイバースコープにより確認した。図 - 3 より、CR5 は BR5 と比べ、最大荷重に有意な差はない

キーワード：カーボン板、橋脚、耐震補強

連絡先：〒191 - 8506 東京都日野市程久保 2 - 1 - 1、TEL&FAX：042 - 591 - 9645

表 - 1 各供試体の諸元

供試体記号	BR7	CR7	DR7	BR5	CR5	DR5
外形寸法および板厚 (mm)	600 × 600 × 6			600 × 600 × 8		
縦リブ寸法 (mm)	50 × 6			60 × 6		
補剛板全幅 (mm)	588			584		
鋼材の降伏応力 (MPa)	309		294	333		288
断面積 (cm ²)	166.56			218.24		
断面 2 次モーメント (cm ⁴)	9.373×10^4			1.220×10^5		
細長比パラメータ λ	0.281		0.274	0.292		0.272
幅厚比パラメータ R_R	0.667		0.651	0.516		0.480
幅厚比パラメータ R_F	0.546		0.533	0.486		0.452
縦方向補剛材剛比 y_1/y^*	1.54		1.54	1.14		1.14
C F R P 接着補強の有無	なし	1層	2層	なし	1層	2層

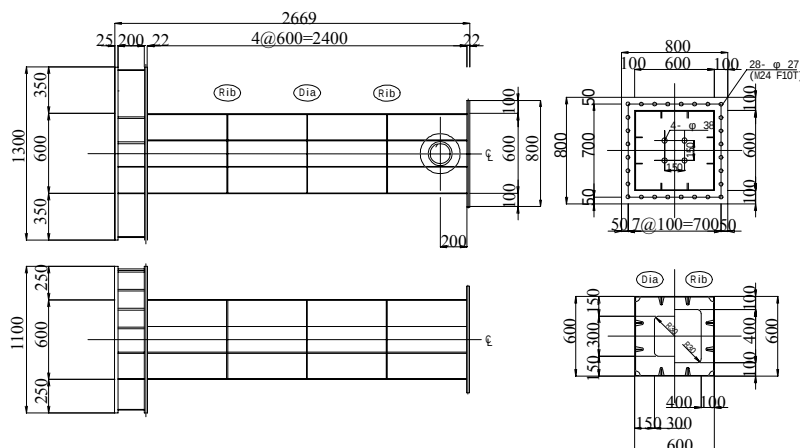


図 - 1 試験体形状

が、DR5 においては最大荷重が BR5 より約 40kN 増加しており、カーボン板 2 層貼り補強の効果がうかがえる。DR5 については、水平荷重 520kN、水平変位 20.7mm のときにカーボン板が剥離するのをファイバースコープにより確認した。

ヒステリシスループより求めた包絡線を図 - 4、5 に、包絡線より求めた塑性率を表 - 2 に示す。図 - 4、表 - 2 より、CR7 と DR7 の最大耐力時の水平変位と BR7 の最大耐力時の水平変位に有意な差はないが、95%耐力時において CR7 は 12%、DR7 は 51% 程度 BR7 より変形能が改善されていることが確認できる。図 - 5、表 - 2 より、CR5 の最大耐力時の水平変位は BR5 と比べて 14% 程度変形能が改善されており、同様に DR5 は 36% 程度改善され、95%耐力時には CR5 は 23%、DR5 は 38% 程度 BR5 より変形能が改善されていることが確認できる。

4. あとがき カーボン板を橋脚軸方向に一層で接着補強するのに比べ、橋脚軸直角方向と橋脚軸方向の 2 層に接着補強を行なうことによって、最大耐力が向上し、変形能が大きく改善され、補強の効果が認められた。

カーボン板については、いずれの補強供試体もフランジパネルが降伏するときの約 2 倍の水平変位となるまで載荷した際に剥離した。カーボン板の鋼板への接着性能を改善することにより、さらなる補強効果が期待される。

表 - 2 塑性率 μ

試験体	μ_m	μ_{97}	μ_{95}	μ_u
BR7	2.07	2.30	2.41	3.83
CR7	1.97	2.51	2.70	5.40
比率(%)*)	(95)	(109)	(112)	(141)
DR7	2.04	3.39	3.63	6.83
比率(%)*)	(99)	(147)	(151)	(178)
BR5	3.08	4.09	4.46	7.15
CR5	3.52	4.92	5.49	8.03
比率(%)*)	(114)	(120)	(123)	(112)
DR5	4.18	5.82	6.14	11.74
比率(%)*)	(136)	(142)	(138)	(164)

*) 補強供試体/基本供試体 $\times 100$

$$\mu_m = \frac{\delta_m}{\delta_{yEN}} \quad \mu_{97} = \frac{\delta_{97}}{\delta_{yEN}} \quad \mu_{95} = \frac{\delta_{95}}{\delta_{yEN}} \quad \mu_u = \frac{\delta_u}{\delta_{yEN}}$$

δ_m : 包絡線において最大水平荷重のときの水平変位

δ_{97} : 包絡線において最大水平荷重 $\times 97\%$ のときの水平変位

δ_{95} : 包絡線において最大水平荷重 $\times 95\%$ のときの水平変位

δ_u : 包絡線において鋼材降伏荷重のときの水平変位

δ_{yEN} : 実験初期勾配において公称降伏荷重のときの水平変位

参考文献：鈴木、西村、袴田：既設鋼製橋脚の炭素繊維強化樹脂板による耐震補強、第 54 回年次学術講演会講演概要集 第 1 部 (B) I-B226、P450~P451

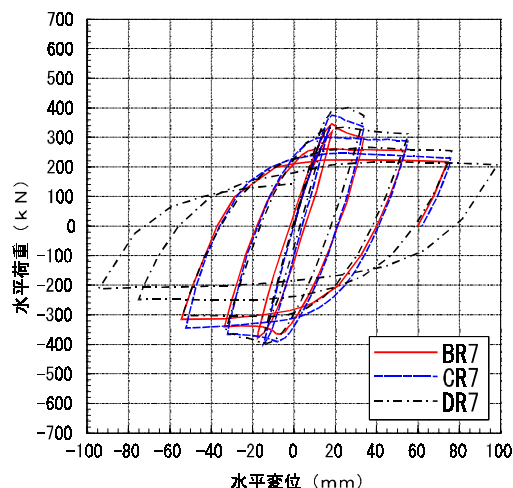


図 - 2 ヒステリシスループ($R_R=0.7$)

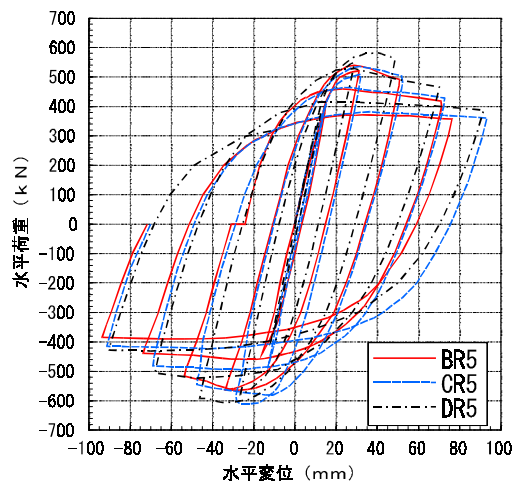


図 - 3 ヒステリシスループ($R_R=0.5$)

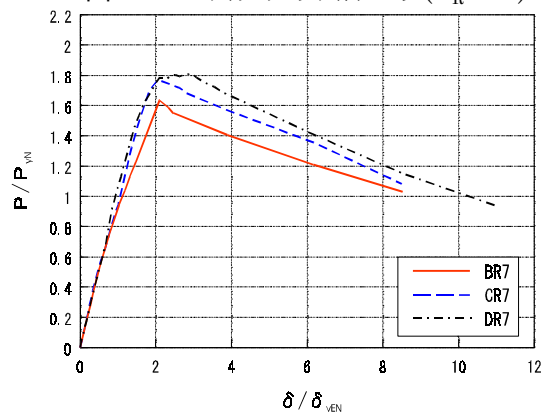


図 - 4 包絡線($R_R=0.7$)

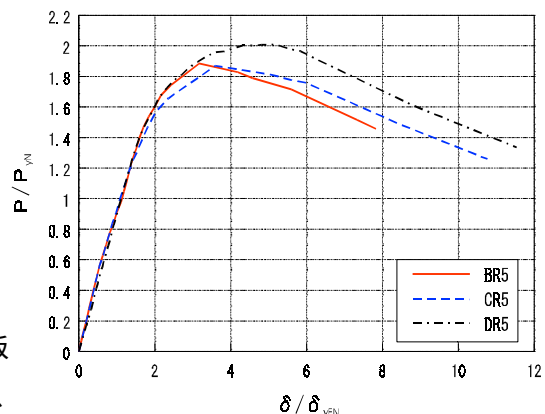


図 - 5 包絡線($R_R=0.5$)